

個人認証のための顔画像抽出と顔方向の自動認識

武岡さおり・尾崎正弘*・足達義則*

Human Face Extraction for User Identification and Face Direction Recognition

Saori TAKEOKA, Masahiro OZAKI* and Yoshinori ADACHI*

はじめに

我々はこれまで、インターネットを利用して、学習者の理解度を考慮したCAIシステムのプロトタイプモデルを試作して学習実験^{[1]~[6]}を行ってきた。このシステムでは、学習者個別の学習履歴データ、現在の学習状況、学習課題への理解度などをデータベースとして累積し、それを利用してダイナミックに学習内容を変更し、学習者のモチベーションを維持向上させようとしている。そのため、学習を始める際に、学習者の個人認証が必要となるとともに、学習中の学習者の様子を把握する必要がある。これを実現するための基礎的実験として、これまでに、カメラに映し出された画像から対象とする人物の顔画像の自動検出について実験を行ってきた^{[7]~[10]}。また、理解度を測る一つの手段として、落ち着き具合を推測するために、顔の向きを自動認識する実験を行ってきた。

顔画像の自動検出には、色空間における肌色画素の分布を示すヒストグラムと、Sobelフィルタで得たエッジ画像のヒストグラムを利用した。色空間として、LUV、YCCなどを使用した。安定した肌色領域を与える表色系としてYCC表色系を推奨した。YCCで顔領域を抽出するとともに、欠落部をエッジ画像を用いて補完した。また、基準となる平均顔画像(辞書画像)から主成分分析により固有空間を作成し、求める顔画像の固有空間内における位置から顔の方向を決定した。

肌色画素を利用した顔画像の抽出についてはかなり良い結果が得られたが、顔の方向認識では、大きな誤差を生じるもの(特に横顔に多く見られる)もあった。顔の方向認識には、15 間隔で13パターンの辞書画像を用いたが、角度によっては顔画像にあまり変化がみられなかったり、逆に目や口、鼻などの部品の位置やあごのラインなどが著しく変化したりするものもあった。また、髪型に大きく左右される傾向があった。

このような結果から、顔の方向認識を行う際に、固有空間のみから角度を求めるのではなく、髪や肌色の分布から左、右、正面と大きく分類し、その後、顔領域と目、口などの顔部品の位置関係から詳細な角度認識を行えば効率が良いのではないかと考え、顔部品の抽出について検討を行った。これらの結果について報告する。

* 中部大学

顔の方向認識と顔部品の存在位置の特定について

(1) 顔画像領域の抽出

顔の方向認識や顔部品の抽出を行うためには、入力画像中のどの位置に顔領域が存在するかを特定し、顔領域を抽出する必要がある。顔領域抽出のための主な手がかりとしては、皮膚の色、顔の形状などの情報が考えられ、多くの研究が行われているが^{[11]~[14]}、本研究では皮膚の肌色情報を用いた。

肌色の識別には、YCC表色系を用い、Cb値とCr値の範囲指定による方法を採用した。YCC表色系は、RGB値から線形変換で求めることができ、日本人であれば個人によらず安定して肌色抽出することができる。また、Cb値、Cr値の範囲による抽出法のため、画像の大きさに依らない抽出が可能である。

具体的には、オリジナル画像のRGB値をYCC表色系のY値、Cr値、Cb値に変換し、得られた各画素のCr値、Cb値から、肌色の画素を抽出した。肌色画素を抽出するためのCr値、Cb値はそれぞれ以下の通りである。

$$77 \leq Cr \leq 127 \quad (1)$$

$$133 \leq Cb \leq 173 \quad (2)$$

こうして得られた肌色画素の分布を示すヒストグラムを描き、そこから顔が存在する領域を絞り込んだ。

図1はオリジナル画像、図2は肌色画素を抜き出した画像および肌色画素の分布を示すヒストグラムの例である。図中のラインは肌色の存在領域の上下・左右の端を示す。



図1 オリジナル画像

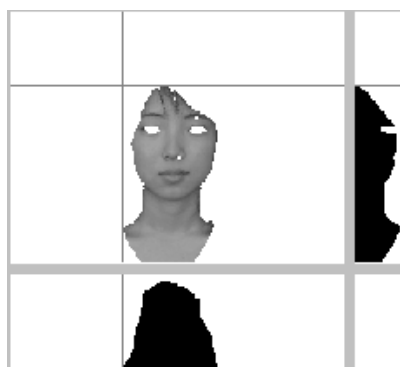


図2 肌色画素のヒストグラム

頭頂部の決定には、画素の明度の分布を利用した。黒髪や濃い茶髪の場合、肌色に比べて明度を表すY値が低い。そこで、横軸方向にY値の低い($Y < 50$)画素の画素数の累積を求めた。そしてその分布を示すヒストグラムを作成して、ヒストグラムの最上部を頭頂部とした。図3は濃い茶髪の例であり、オリジナル画像から $Y < 50$ の部分を抜き出した画像である。また図4は、 $Y < 50$ の画素の分布を表すヒストグラムを利用した頭頂部探索の結果の例である。ただし、本手法は髪の明度が肌色よりも低い場合に限定され、髪の薄くなった頭や金髪など肌色と明度

が異なる場合には適用できないため、除外している。

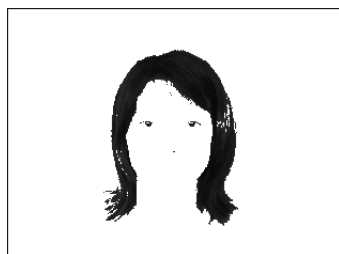


図3 Y < 50の画像



図4 明度のヒストグラムを利用した頭頂部検索

(2) 顔の向きの推測

図5は、縦軸方向の低明度画素の累積を示すヒストグラムの例である。ヒストグラム中の縦のラインは顔の肌色領域の左右両端を示している。

顔が正面を向いている場合では、肌色領域の左右両端付近にほぼ同程度の山を描いている。また、肌色領域の内側では画素数が減少していることがわかる。顔が左右どちらかを向いている場合では、肌色領域がヒストグラムの左右どちらかに偏っていることがわかる。このようなヒストグラムの特徴を利用し、顔が正面、左、右のどの方向を向いているのかをおおまかに推測することができる。

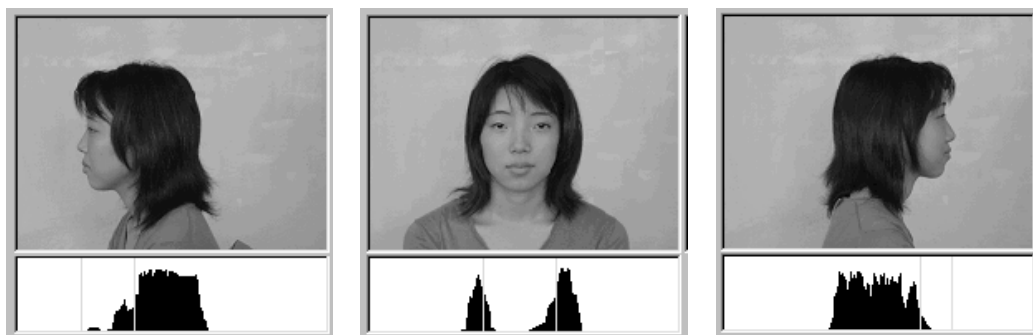


図5 明度Yの縦方向の累積を示すヒストグラム画像

(3) 顔部品(目、口)の存在位置の特定

目、口など顔の部品の存在位置の特定には、肌色画素の分布を示すヒストグラムとエッジ画像のヒストグラムを用いた。2種類のヒストグラムの形状から、部品の存在位置の目安をつけ、テンプレート・マッチングを使用して位置を特定した。

テンプレート・マッチングで用いるテンプレートは、図6に示すように左右それぞれに真横の場合、左右それぞれ45°の場合、真正面の場合の5つのパターンについて、右目、左目、口の平均画像を4名分の画像の平均を求めて作成した。それらを判定されたおおまかな顔の向き

によって使い分けた。

また、肌色画像のヒストグラムとエッジ画像のヒストグラムの凹凸から目の縦軸方向の位置を検出できることがあり、その場合にはテンプレート・マッチングの探索領域の絞込みができるようになる。図7は、検出できた結果の例である。

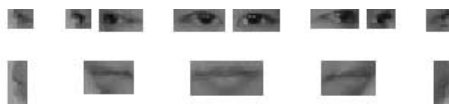


図6 顔部品(目、口)のテンプレート

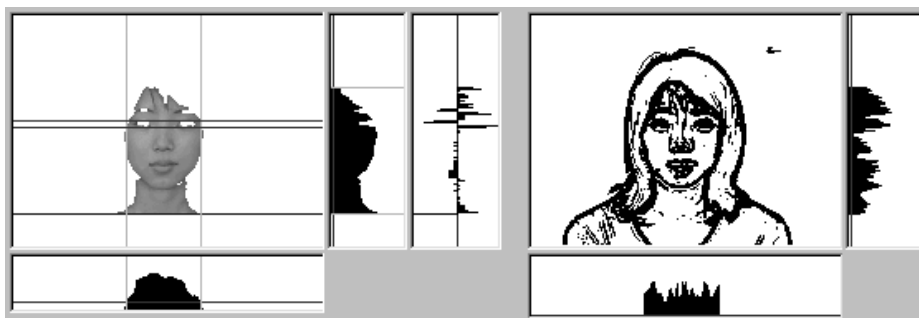


図7 肌色画像ヒストグラムと画像のヒストグラムによる目の位置の検出

結 果

表1に、顔の向きの判定結果を示す。顔の角度は、真正面を90°とし、真正面から90°左向きを0°、90°右向きを180°とした。0°から180°まで、15°間隔で13パターンの画像について顔の向きの判定を行った結果、被験者によって多少異なるものの、75°から105°の向きを正面(C)、60°以下を左向き(L)、120°以上を右向き(R)とおおまかに判別することができた。

表1 顔の向きの判定

角度	被 験 者				
	A	B	C	D	E
0	L	L	L	L	L
15	L	L	L	L	L
30	L	L	L	L	L
45	L	L	L	L	L
60	C	L	L	L	L
75	C	C	C	C	C
90	C	C	C	C	C
105	C	C	C	C	C
120	C	C	C	R	R
135	R	R	R	R	R
150	R	R	R	R	R
165	R	R	R	R	R
180	R	R	R	R	R

図8は、正面と判別された画像での部品の抽出結果である。上段は表1の被験者Aの結果であり、下段は被験者Bの結果である。上段は左から60°、90°、120°での部品の抽出結果であり、下段は左から75°、90°、120°での部品の抽出結果である。90°(真正面)の場合は、目、口の位置を正確に捉えることができていて、それ以外では目や口の位置が少しずれてしまうことがある。

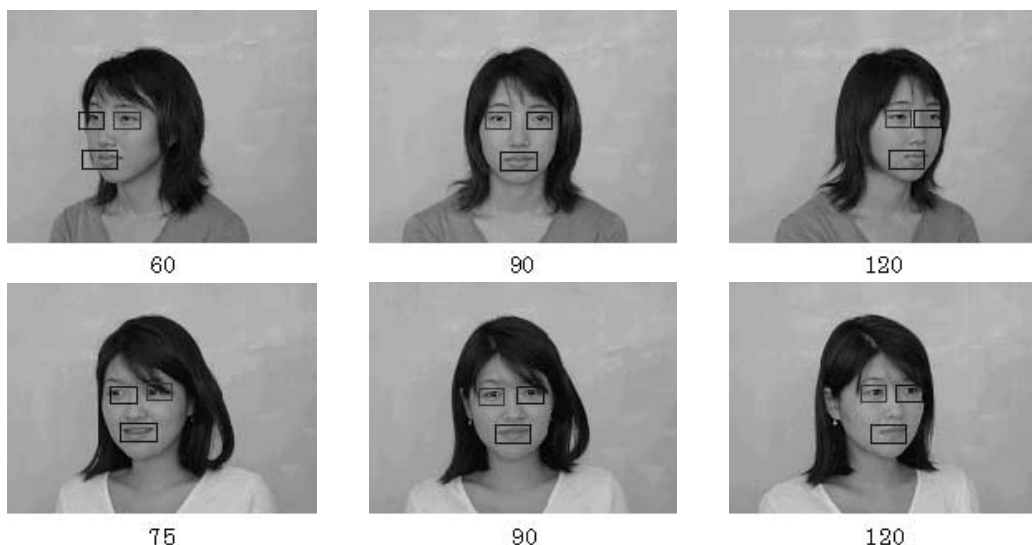


図8 顔の部品抽出(正面)

また、図9は、左または右向きと判定された顔画像での部品の抽出結果である。正面から90°右または左を向いている場合には、目、口ともに正確に抽出することができた。



図9 顔の部品抽出(左右)

図10は45°の場合での顔部品の抽出結果である。45°は、顔の向きは左と判定されたため、左向き用のテンプレートが使用され、左側の図のように左目が抽出できていなかった。しかし、中央の図のように、肌色画像において抽出された目とほぼ同じ高さに目の候補領域が発見できたため、改めてこの領域に限ったテンプレート・マッチングが行われ、最終的には図10の右側のように左右両眼と口を抽出している。



図10 顔の部品抽出(45°の場合)

ま と め

肌色の分布を示すヒストグラムと、Sobelフィルタで得たエッジ画像のヒストグラムによって顔の領域を抽出した。また、明度の値が抽出した髪の分布を示すヒストグラムから、顔の向きを左、正面、右とおおまかに特定することができた。さらに、顔の向きにあわせたテンプレートをを用いたテンプレート・マッチングを行って、顔の部品抽出を行った。

目、口など顔の部品の特定はおおむね良好であったが、正面より少し左または右向き加減の画像では、口や目の位置が必ずしも正確ではなかった。目、口など顔の部品の位置関係から顔の角度を割り出すためには、さらに正確な位置を捉える必要があると考える。

今後は、より正確な顔部品位置の特定と、詳細な顔の方向認識を行うことを課題とし、検討していかなければならない。

参考文献

- [1] 武岡さおり、尾崎正弘、岩下紀久雄、江島徹郎、足達義則、“学習者の理解度を考慮したハイパーテキスト型CAI教材の開発に向けて”、日本教育情報学会年会論文集、16、pp178 - 181、2000
- [2] 江島徹郎、尾崎正弘、足達義則、武岡さおり、“インターネットブラウザの機能を利用・拡張したオーサリングシステムの試作”、日本教育情報学会年会論文集、16、pp168 - 171、2000
- [3] 武岡さおり、尾崎正弘、川田博美、岩下紀久雄、江島徹郎、足達義則、“学習者の理解度を考慮したハイパーテキスト型CAI教材の試作”、名古屋女子大学紀要(人文・社会編)、48、pp177 - 186、2002
- [4] 尾崎正弘、武岡さおり、川田博美、小山幸治、足達義則、“個別学習によるハイパーテキスト「シスアドブック」の開発”、教育システム情報学会第27回全国大会講演論文集、pp 305 - 306、2002
- [5] 小山幸治、武岡さおり、川田博美、尾崎正弘、足達義則、“理解度向上支援総合ネットワーク型教育システムの構築 - データ構造に着目したDBの構築 - ”、日本教育情報学会第18回年会論文集、pp254 - 257、2002
- [6] 小山幸治、尾崎正弘、武岡さおり、足達義則、“XMLを用いたマルチメディア教材作成オーサリングシステムの開発について”、日本教育情報学会第19回年会論文集、pp36 - 39、2003
- [7] 足達義則、今井昭宏、尾崎正弘、石井直弘、“肌色領域抽出手法の検討”、電気学会論文誌C、Vol .120 - C、No .12、pp .1927 - 1932、2000
- [8] 武岡さおり、小山幸治、川田博美、尾崎正弘、足達義則、“顔による行動追跡を付加した教育システムの検討”、日本教育情報学会第18回年会論文集、pp236 - 239、2002
- [9] 武岡さおり、尾崎正弘、足達義則、“肌色領域を用いた顔部品抽出による顔の方向認識の検討”、電気関係学会東海支部連合大会講演論文集、pp320、2002

- [10] 武岡さおり、尾崎正弘、川田博美、足達義則、“ 学習者認識のための顔画像検出と顔の向き認識の基礎的実験 ”、名古屋女子大学紀要第49号、人文・社会編、pp129 - 136、2003
- [11] 本郷仁志、羽飼直記、山本和彦、“ 4 方向面特徴と色面特徴の統合による顔および顔部品の抽出 ”、画像の認識・理解シンポジウム(MIRU'98) Ⅱ、pp 307 - 312、1998
- [12] 羽飼直記、本郷仁志、加藤邦人、山本和彦、“ UV平面の 2 次元色ヒストグラムを用いた顔部品抽出 ”、画像の認識・理解シンポジウム(MIRU'98) Ⅱ、pp 391 - 396、1998
- [13] 浅沼克紀、大西正輝、小島篤博、福永邦雄、“ 色情報と領域追跡情報を用いた人物の顔と手の領域抽出 ”、電気学会論文誌、Vol .119 - C、No .11、pp1351 - 1358、1999
- [14] 堀田一弘、栗田多喜夫、三島健稔、“ Log-Polar画像から抽出したスペクトル特徴を用いた対象の大きさの変化に影響を受けにくい認識法 - 顔検出と顔識別への応用 ”、信学技報PRMU99 - 110、pp69 - 76、1999